

BAB III

METODOLOGI PERANCANGAN DAN EKSPERIMEN

3.1. Alat dan Bahan

Dalam pengerjaan peneli ini, ada beberapa *hardware* yang diperlukan yaitu: Lampu Philips TUV 36W SLV/6, Lutron YK-37UVSD, Lutron LX-105, dan *Laser Distance Meter* (LDM). Alat dan bahan ini akan digunakan dalam percobaan eksperimental dalam perbandingan data. Serta untuk *software*, menggunakan DIALux Evo 9.2 untuk mensimulasikan studi kasus.

3.1.1. Lampu Philips TUV 36W SLV/6

Lampu TUV 36W SLV/6 merupakan produk lampu dari Philips, berjenis TUV T8 yang artinya lampu UVC (*germicidal*) yang digunakan di unit desinfeksi air dan udara profesional (Gambar 3). Lampu ini juga memiliki efektivitas sistem yang tinggi, yang berarti keluaran radiasi UV-C hampir konstan atau sama selama masa pemakaiannya. Lampu ini memiliki penggunaan daya listrik sebesar 36 Watt, dengan daya radiasi UV-C yang dihasilkan sebesar 15 Watt [21].



Gambar 3. Lampu Philips TUV 36W SLV/6^[21]

3.1.2. Lutron YK-37UVSD

Alat ukur UV-C Lutron YK-37UVSD, merupakan alat ukur untuk mengukur radiasi UV-C. Selain itu, alat ini juga bisa mengukur radiasi UV-A dan temperatur dengan *thermocouple* tipe J/K (Gambar 4). Untuk mengukur radiasi UV-C, alat tersebut bisa menangkap nilai radiasi dengan *range* skala 20 dan 2 mW/cm² dengan ketelitian 0,001 dan 0,01 mW/cm² dan akurasi 4% *Full Scale* + 2 digit [22].



Gambar 4. Alat Ukur UV-C Lutron YK-37UVSD^[22]

3.1.3. Lutron LX-105

Alat ukur *light meter* Lutron LX-105, merupakan alat ukur untuk mengukur iluminansi (penerangan suatu area permukaan) cahaya lampu (Gambar 5). Iluminansi berbeda dengan penyinaran, yang mana satuan dasar dari penyinaran ialah W/m², sedangkan iluminansi ialah Lux (lumen/m² atau cd.steradian/m²). Dalam hal ini, alat tersebut digunakan untuk mengukur nilai iluminansi cahaya radiasi UV-C yang dihasilkan dari lampu UV-C. *Light meter* ini bisa mengukur 3 jenis sumber cahaya, yaitu : *daylighting* atau lampu tungsten, lampu pendar (*Fluorescent*), dan lampu merkuri (*Mercury*). Untuk mengukur nilai iluminansi lampu UV-C,

alat tersebut bisa mengukur dengan *range* skala 2000, 20.000, dan 50.000 Lux dengan masing – masing ketelitian 1, 10, dan 100 Lux dan akurasi 4% *Full Scale* + 2 digit [23].



Gambar 5. Alat ukur *Light Meter* Lutron LX-105^[23]

3.1.4. *Laser Distance Meter* (LDM)

Alat ukur *Laser Distance Meter 100 m Compact*, merupakan alat pengukur jarak dengan menggunakan teknologi laser untuk mengetahui jarak yang diukur (Gambar 6). Alat ukur tersebut memiliki *range* skala 0.05 sampai 100 meter dengan ketelitian 1 mm dan akurasi $\pm 1,5$ mm [24].



Gambar 6. Alat ukur *Laser Distance Meter 100 m Compact*^[24]

3.1.5. DIALux Evo 9.2

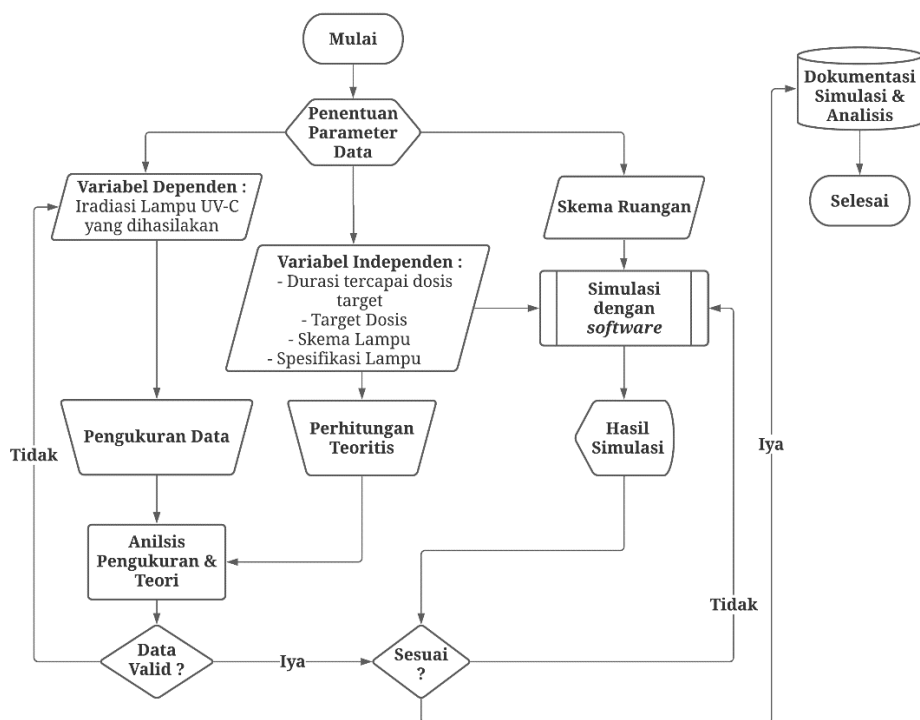
DIALux Evo 9.2 merupakan *software* atau perangkat lunak untuk desain pencahayaan suatu ruangan atau area. Selain desain, *software* ini juga bisa mengkalkulasikan perhitungan pencahayaan pada desain ruangan atau area, serta memvisualkan pencahayaan tersebut agar mudah dipahami. Dalam proyek ini, *software* digunakan hanya untuk membantu memvisualkan pencahayaan UV-C, yang nantinya akan dihubungkan dengan hasil pengukuran.

3.2. Metode Proyek Tugas Akhir

Dalam proyek ini, akan ada tiga metode yang digunakan, yaitu:

- Metode Perhitungan Teoritis
- Metode Pengukuran Data dengan Percobaan Ekperimental
- Metode Simulasi atau Modeling Studi Kasus

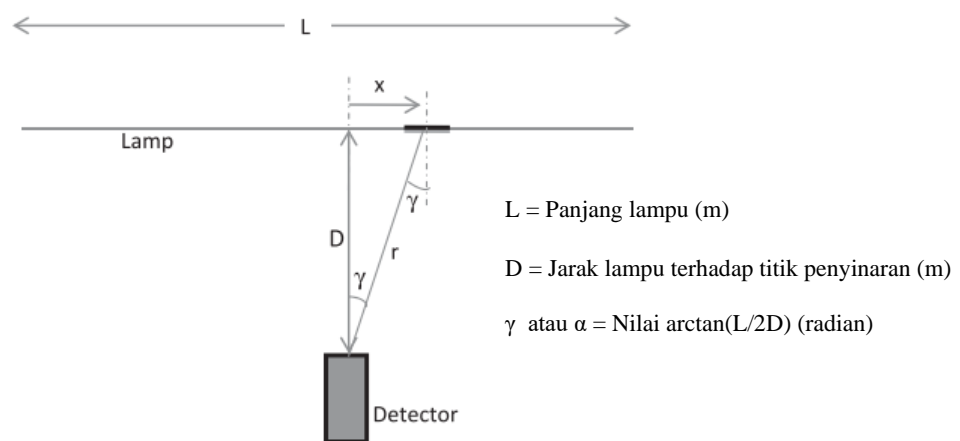
Gambar 7 menggambarkan alur penelitian yang dilakukan dengan menggunakan ketiga metode tersebut.



Gambar 7. Skema atau Alur Metode yang Dipakai dalam Proyek Tugas Akhir

3.2.1. Metode Perhitungan Teoritis

Perhitungan menggunakan Persamaan Kertz untuk mengetahui nilai radiasi yang dihasilkan oleh lampu UV-C. Data untuk mengetahui variabel yang ada pada rumus sudah dicari sebelumnya. Seperti nilai radiasi dari sumbernya terlihat pada katalog produk dan jarak lampu dengan area yang akan disinari. Data jarak diambil dengan mengukur tinggi rata – rata area pada Ruang C703 sebagai lokasi studi kasus. Dalam kasus ini, titik atau jarak yang diukur berada persis dibawah lampu dan titik tengah lampu. Tujuannya agar mempermudah perhitungan dan mengetahui nilai maksimum radiasi yang dihasilkan.



Gambar 8. Geometri yang Digunakan untuk Persamaan Keitz^[16]

Dalam perhitungan teoritis, beberapa variabel sudah ditentukan berdasarkan spesifikasi lampu dan sudah diukur jarak yang diinginkan. Berdasarkan persamaan (2), untuk nilai P dan L ialah 15 watt dan 1,2 meter sesuai dengan spesifikasi. Nilai D bervariasi antara 0,5 meter, 1,0 meter, 1,5 meter, dan 2,0 meter, sedangkan nilai α bergantung pada nilai D dan titik yang ingin dihitung. Nilai yang dihitung adalah nilai penyinaran/*irradiance* radiasi UV-C pada titik tertentu. Jika titik tersebut berada persis ditengah dan bawah lampu (Gambar 8), maka persamaan (2) dapat digunakan langsung. Tetapi, jika titik yang dihitung bukan berada persis ditengah dan bawah lampu, maka persamaan (2) harus disesuaikan. Persamaan (2) merupakan bentuk sederhana dari persamaan berikut :

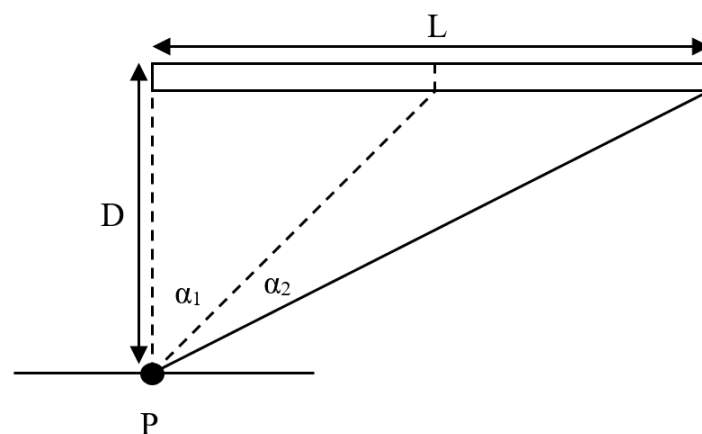
$$E = \frac{P}{\pi^2 LD} \frac{1}{4} (2\alpha_1 + \sin(2\alpha_1) + 2\alpha_2 + \sin(2\alpha_2)) \dots\dots\dots (4)$$

Nilai α_1 dan α_2 ialah sudut yang terbentuk dari titik yang dihitung dengan posisi lampu terhadap titik tersebut tegak lurus (Gambar 9). Karena nilai $\alpha_1 = \alpha_2$, maka nilai pada titik tengah lampu mengikuti persamaan (2). Diluar itu, nilai α_1 dan α_2 bisa dihitung dengan rumus :

$$\alpha_1 = \tan^{-1} \frac{L}{2D} \dots\dots\dots (5)$$

$$\alpha_2 = \left(\tan^{-1} \frac{L}{D} \right) - \alpha_1 \dots\dots\dots (6)$$

Dengan persamaan (2) dan (4), nilai penyinaran/*irradiance* radiasi UV-C pada titik tertentu bisa dicari, dan perhitungan dilakukan dengan bantuan Ms. Excel.

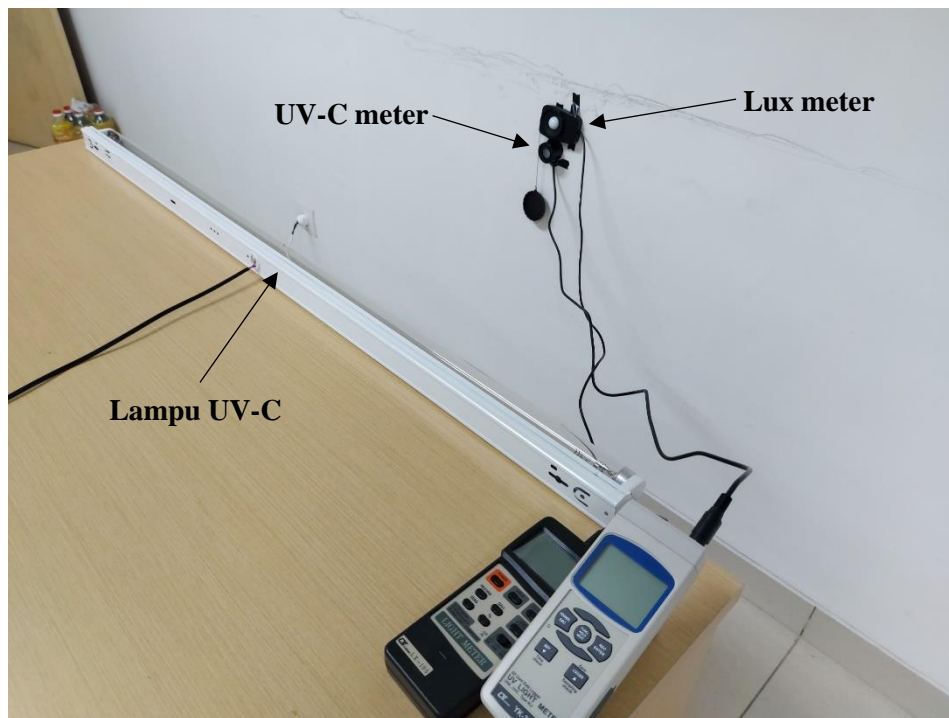


Gambar 9. Ilustrasi Geometri untuk Persamaan Keitz dengan nilai $\alpha_1 \neq \alpha_2$

3.2.2. Metode Pengukuran Data dengan Percobaan Ekperimental

Pengukuran dilakukan dengan cara pada teknik pencahayaan dalam mengukur intensitas cahaya pada suatu lampu. Saat lampu UV-C akan dinyalakan, Lutron YK-37UVSD sebagai alat pengukur radiasi sinar UV akan mengukur radiasi yang diterima pada meja maupun kursi pada area tersebut. Lampu Philips TUV 36W SLV/6 yang terpasang dengan jarak tertentu dan pada titik ukur yang dijadikan acuan sebagai pembanding dengan hasil perhitungan. Posisi

lampu akan horizontal dengan alat ukur (Gambar 9). Lalu hasil pengukuran digunakan untuk membandingkan perhitungan teoritis dan dikorelasikan dengan simulasi.



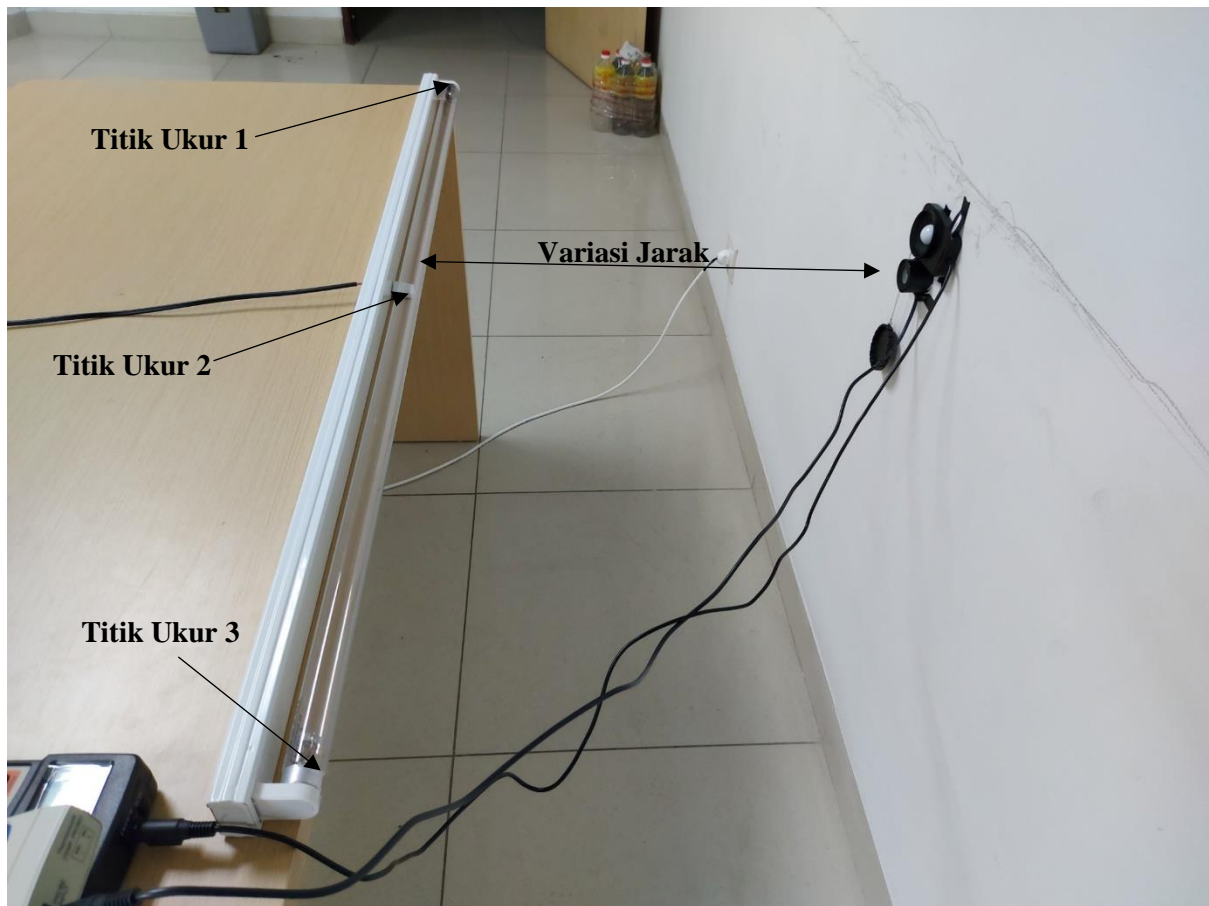
Gambar 10. Posisi Lampu dan Alat Ukur dalam Metode Pengukuran

Dalam pengukuran data, data yang diukur ada 2, yaitu : data sinar UV-C dalam satuan $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ dan data pencahayaan lampu UV-C dalam satuan Lux. Data sinar UV-C didapat dengan alat ukur Lutron YK-37UVSD, sedangkan pencahayaan lampu UV-C dengan alat ukur Lux meter. Kedua alat tersebut dipasang berdekatan pada tembok dan sejajar dengan titik tengah lampu dengan jarak tertentu. Tujuan kedua data diukur untuk mencari korelasi kedua data dan menemukan persamaan konversi untuk mengkonversi nilai sinar UV-C menjadi pencahayaan lampu UV-C [11].

Posisi lampu pada Gambar 10 berada di pinggir dari meja, tujuannya agar cahaya radiasi lampu tidak berpengaruh pada pantulan material meja. Pengukuran ini bertujuan melihat cahaya radiasi lampu tanpa dipengaruhi oleh pantulan material objek didekatnya, seperti lampu dipasang pada langit – langit ruangan dan alat ukur berada persis dibawahnya. Karena itu, posisi lampu tidak digantung melainkan ditaruh horizontal dengan alat ukur. Selanjutnya, ada

2 hal yang divariasikan untuk pengukuran, yaitu titik ukur pada lampu dan jarak lampu terhadap alat ukur (Gambar 11). Titik ukur 1 dan 3 berada pada ujung dari lampu, sedangkan titik ukur 2 berada ditengah lampu. Variasi jarak bergantung pada nilai variabel D yang sebelumnya sudah disebutkan dalam perhitungan teoritis.

Pengukuran dilakukan dalam keadaan ruangan lampu dimatikan dan waktu siang hari. Pengukuran dilakukan pada titik ukur 2, 1, dan 3 dengan posisi lampu yang berubah (lampu digeser dengan titik ukur tepat berada di depan alat ukur), dan diulang selama 5 kali pada jarak D. Saat pengambilan data pengukuran, lampu UV-C dinyalakan selama 2 menit, dengan tujuan agar nilai hasil pengukuran stabil/tidak berubah – ubah. Hasil pengukuran penyinaran radiasi UV-C bisa langsung dilihat pada alat. Sedangkan pengukuran Lux dilakukan saat sebelum dan sesudah lampu dinyalakan, tujuannya agar bisa mengetahui nilai pencahayaan lampu UV-C. Setelah mendapat kedua data pengukuran tersebut, data diproses dengan mencari korelasi antara penyinaran radiasi dengan nilai pencahayaan dari Lampu UV-C. Hasil korelasi tersebut akan digunakan untuk membandingkan nilai teoritis perhitungan agar bisa dianalisis, sedangkan pada simulasi untuk mengetahui daya cahaya (*lumen flux*) yang akan disimulasikan pada Ruang Kelas C703.



Gambar 11. Posisi Titik Ukur dan Variasi Jarak Pada Lampu dan Alat Ukur

3.2.3. Metode Simulasi atau *Modeling* Studi Kasus

Dengan *software* DIALux Evo 9.2 akan dimodelkan ruangan dari Ruang C703 serta lampu UV-C, yang nantinya akan disatukan agar simulasi dapat dilakukan. Fokus simulasi adalah melihat penyebaran nilai pencahayaan (*illuminance*) yang diterima pada ruangan tersebut bukan nilai penyinaran radiasi UV. Persamaan yang digunakan pada simulasi tidak diketahui karena kurangnya informasi mengenai penggunaan persamaan matematis pada *software* baik *website* resmi maupun penelitian ilmiah lain yang juga menggunakan DIALux, untuk itu perlu adanya metode lain. Untuk mendapat nilai tersebut, dilakukannya pencarian persamaan konversi nilai pencahayaan menjadi nilai penyinaran radiasi UV yang didapat saat melakukan analisis pada hasil pengukuran. Hal itu berlaku karena posisi lampu dengan jarak yang ada pada simulasi disesuaikan dengan tata letak lampu dan alat ukur dimetode pengukuran. Setelah

mendapat persamaan konversi tersebut, persamaan tersebut digunakan untuk menghitung dosis serta menghitung waktu minimal tercapainya target (persamaan (3)) berdasarkan simulasi.

Data untuk memodelkan Ruang Kelas C703 didapat dari pihak *Building Management* (BM) Universitas Multimedia Nusantara. Dalam simulasi, membuat *Modeling* dari studi kasus proyek ini memerlukan denah ruangan dan gambaran umum dari ruangan tersebut. Denah ruangan yang diberikan merupakan denah Gedung New Media Tower Lantai 7 keseluruhan, sehingga saat membuat model ruangan hanya berfokus pada ruangan tersebut, yaitu Ruang Kelas C703. Gambaran umum ruangan tersebut didapat saat meninjau ruangan tersebut (Gambar 12). Tujuan meninjau untuk membuat *modeling* ruangan semirip mungkin dengan ruangan aslinya.



Gambar 12. Foto Ruang Kelas C703

Modeling dibuat dalam *software* DIALux Evo 9.2, desain awal ruangan hanya berisikan dimensi/ukuran ruangan berserta model furniture yang ada didalam *software*. Salah satu keunggulan *software* ini, bisa memasukan jenis material ataupun jenis warna yang bisa ditambahkan pada model simulasi. Karena material dan warna yang dimasukan dalam simulasi,

mempengaruhi hasil akhir dari penyebaran pencahayaan lampu UV-C. Desain interior pada simulasi mengikuti Gambar 12, termasuk tata letak furniture, pintu dan jendela.



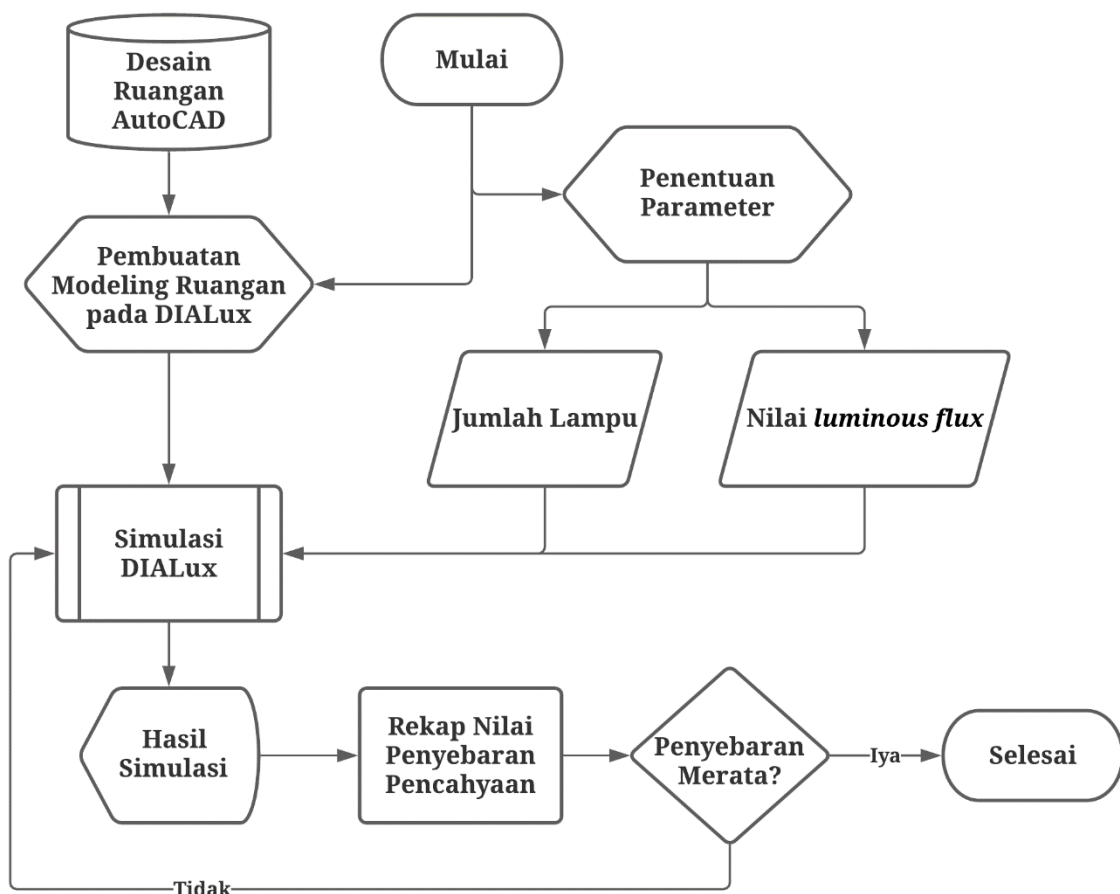
Gambar 13. *Screenshots Modeling* pada DIALux Evo 9.2

Setelah membuat model ruangan pada DIALux (Gambar 13), tahap selanjutnya ialah tata letak dan model lampu yang digunakan untuk simulasi. Tata letak lampu UV-C tidak mengikuti tata letak lampu ruangan untuk pencahayaan buatan, alasannya fungsi lampu UV-C untuk *UV-decontamination* atau sterilisasi ruangan. Sehingga, jika kedepannya lampu UV-C dipasang tidak mengganggu ataupun salah menyalakan lampu karena saklar lampu yang tidak dipisah. Untuk model lampu pada simulasi, dimensi panjang model pada simulasi hanya setengah ukuran dari ukuran lampu UV-C sesungguhnya, sehingga model tersebut digabung panjangnya agar sesuai.

Dalam pengaturan data fotometri lampu simulasi, data yang diatur ialah nilai daya cahaya (*luminous flux*) yang nantinya didapat saat menghubungkan nilai *luminous flux* dari *software* dengan nilai Lux dari hasil pengukuran. Selanjutnya ialah jumlah lampu pada simulasi, untuk mengetahui pasti jumlah yang diperlukan, dilakukannya *trial and error* pada simulasi. Dengan

cara menggunakan 1 sampai 8 lampu secara bergantian, untuk melihat penyebaran pencahayaan mana yang bisa merata pada area ruangan (Gambar 14).

Untuk data pencahayaan yang diambil pada simulasi ialah data pencahayaan setiap meja yang ada pada ruangan (meja dosen dan meja mahasiswa) yang berjumlah 22 meja untuk melihat penyebarannya. Setelah mengetahui jumlah lampu yang diperlukan, selanjutnya dilakukan simulasi pada jumlah lampu tersebut. Lalu diambil semua data pencahayaan pada meja, senderan kursi, dan alas kursi dengan nilai pencahayaan paling minimal, agar saat mencari waktu mencapai target dosis dengan persamaan (7) dan (3) bisa memperoleh waktu minimal berapa lama proses sterilisasi ruangan tersebut.



Gambar 14. Skema atau Alur Metode Simulasi atau *Modeling* Studi Kasus